



EFFECTOS DE 3 DISTINTOS APORTES ALIMENTICIOS RESTRINGIDOS COMO INDUCTORES DE LA MUDA EN GALLINAS PONEDORAS, SOBRE LA PÉRDIDA DE PESO VIVO, LA REGRESIÓN DE OVARIO Y OVIDUCTO Y LOS RESULTADOS PRODUCTIVOS

Callejo, A.; Cardoso¹, W., Sanz, S., Daza, A; Buxadé, C.*

Dpto. de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid. España

¹ Lab. de Estudios Ornitológicos. Facultad de Veterinaria. Universidad Estatal de Ceará. Brazil.

antonio.callejo@upm.es

La producción de huevos disminuye a medida que las ponedoras envejecen. Un método para contrarrestar, al menos parcialmente, esta evolución natural del rendimiento productivo es la muda inducida. El rendimiento productivo de las gallinas tras la muda se debe a un proceso de rejuvenecimiento fisiológico de las aves, relacionado con la regresión del ovario y del oviducto durante la muda, siendo la pérdida de peso corporal decisiva para la regresión de estos órganos (Brake y Thaxton, 1979). En este trabajo estudiamos los efectos de 3 dietas distintas, utilizadas para inducir la muda (salvado de trigo, cebada y pienso comercial suministrado de forma restringida), sobre la pérdida de peso vivo, sobre la regresión del ovario y del oviducto, y sobre los rendimientos productivos posteriores, en gallinas ponedoras de 2 estirpes comerciales, alojadas con dos densidades diferentes (4 y 6 gallinas, por jaula). Se trabajó con 120 gallinas de cada estirpe, sacrificándose 36 animales (18+18) para poder evaluar la regresión del ovario-oviducto. La menor pérdida de peso se produjo con el salvado y con la cebada, aunque la intensidad de puesta (IP), en las 6 primeras semanas postmuda no varió entre tratamientos, excepto en gallinas ligeras mudadas con salvado de trigo, que alcanzaron una IP significativamente menor. Tampoco tuvo efecto significativo el número de gallinas por jaula sobre la IP, ni sobre la pérdida de peso.

Palabras clave: ponedora, muda, densidad, peso, ovario, oviducto, producción

INTRODUCCIÓN

La muda es un proceso natural en las aves durante el que reducen la ingestión de alimento, pierden peso corporal, interrumpen la producción de huevos y renuevan el plumaje (Sherry y col., 1980). En la producción industrial de huevos es preciso que esto se produzca de forma simultánea en todas las aves de un lote, para lo cual es necesario inducir dicho proceso de muda. Para la inducción de la muda pueden utilizarse diversos procedimientos, como son la modificación del fotoperiodo, la privación o la restricción del alimento, o el suministro de dietas conteniendo exceso de algún nutriente (Zn) o, más habitualmente, déficit (energía, proteína, Ca, Na). El interés de inducir la muda radica en alargar la vida productiva de las gallinas durante un segundo ciclo de puesta y mejorar la calidad del albumen y de la cáscara, habitualmente deficientes al final del primer ciclo de producción (Keshavarz & Quimby, 2002). En general, también se reduce la mortalidad, los costes de producción y la inversión en reposición de animales y en incubadoras (Yousaf & Chaudry, 2008). El método de inducción de muda más habitualmente utilizado ha consistido en someter a las gallinas a una privación total de alimento durante varios días para acelerar el proceso de iniciar un segundo ciclo de



puesta (North & Bell, 1990). Este método es fácil de aplicar, ventajoso económicamente y con resultados de producción post-muda satisfactorios (Brake, 1993). Sin embargo, este método ha sido prohibido en la Unión Europea y muchos países, entre ellos EE.UU., también recomiendan evitar su uso. La razón de esta prohibición está en la consideración de que la privación de alimento provoca un estrés considerable en el animal, además de deprimir sus sistema inmunitario e incrementar, por ello, su susceptibilidad a la colonización de su aparato digestivo por *Salmonella enteritidis* (Holt, 2003); (Ricke, 2003). Consecuentemente, incide muy negativamente sobre el bienestar del animal, así como en la seguridad alimentaria, pues se produce una transmisión transovárica de esta bacteria a los huevos, contaminando éstos (Patwardhan, et al., 2011).

Por consiguiente, es necesario que la inducción de la muda se realice por otros métodos que no supongan la privación de alimento, pero que tampoco perjudiquen la rentabilidad económica de la producción, es decir, que los resultados productivos tras la muda sean satisfactorios.

A lo largo de los años se ha investigado sobre diversos procedimientos alternativos para inducir la muda. Aquéllos que implican la suplementación con oligoelementos como el Zn (Creger & Scott, 1977), el Iodo (Arrington, et al., 1967) o el Aluminio (Lipstein & Hurwitz, 1982) también están muy cuestionados o, incluso, prohibidos por el riesgo de acumulación en ciertos órganos, además de que su aplicación práctica en granjas comerciales es complicada por la dificultad de conseguir una buena uniformidad de la mezcla en la ración (Buxadé & Flox, 2000).

En los últimos años se ha investigado en dietas de alto nivel de fibra y, por ello, de bajo nivel energético y proteico, mediante la incorporación de distintos ingredientes. Así, se encuentran trabajos con harina de jojoba (Vermaut y col, 1998), harina de algodón en proporciones del 20, 40 y 50% (Davis y col, 2002), tercerillas de trigo (Biggs y col., 2003), alfalfa en diferentes porcentajes (Donalson y col., 2006), pulpa de uva (McKeen, 1984) o pulpa de tomate (Patwardhan y col., 2011). También se están ensayando dietas a base de ingredientes más habituales, como cebada y harina de alfalfa (Petek y Alpay, 2008) o distintas proporciones de maíz (Bell y Kuney, 2004).

Sea cual sea el método empleado para inducir la muda, el objetivo es conseguir una pérdida de peso adecuada y una interrupción de la puesta lo más rápida posible. La pérdida de peso es el resultado de la regresión del ovario y del oviducto, de la movilización de las reservas lipídicas y de proteínas termolábiles, y de la pérdida de contenido digestivo (Brake y Thaxton, 1979; Berry and Brake, 1985; Ruzsler, 1998). La recuperación de la producción tras la muda se relaciona con el grado de regresión y subsiguiente recuperación de los órganos y tejidos citados. Lee (1982) encontró una correlación positiva significativa entre la duración del período de reposo (parada de puesta) y la producción por gallina alojada, tras la muda. Brake y col. (1982) sugieren que es precisa una completa involución del oviducto y de la glándula coquiliar para lograr un completo rejuvenecimiento del tracto reproductor.



Muchos investigadores recomiendan pérdidas de peso en el rango del 25 al 35% (Baker y col., 1983, Gordon y col., 2009), si bien en otros trabajos, utilizando métodos distintos al de la privación de alimento, se obtienen resultados productivos similares con pérdidas de peso corporal más reducidas (Fontana y col., 1991; Buhr y Cunningham, 1994; Hnin y col., 2007; Khodadadi y col., 2008; Mejía y col. 2011)), junto a un mejor estado inmunitario y menor mortalidad (Yousaf y Chaudry, 2008).

Los resultados generales de los numerosos trabajos desarrollados hasta la fecha muestran con bastante claridad que los métodos alternativos para inducir la muda permiten obtener resultados productivos que no difieren de los obtenidos con la privación absoluta de alimento a las ponedoras durante varios días. El reto es tratar de estandarizar una metodología adecuada a cada circunstancia (estirpe, época del año, disponibilidad de ingredientes a incorporar en las dietas de muda, etc.). Quizá el éxito del sistema tradicional estaba no sólo en sus buenos resultados sino también en su facilidad de aplicación.

El objetivo de nuestro trabajo ha sido comparar tres alimentos distintos utilizados para inducir la muda en la pérdida de peso de la gallina así como en la regresión del ovario y oviducto, y relacionar estos resultados con la producción de huevos posterior a la muda.

MATERIAL Y MÉTODOS

La prueba experimental se llevó a cabo en la nave experimental de ponedoras del Departamento de Producción Animal de la Universidad Politécnica de Madrid. Dicha nave dispone de 2 baterías tipo semi-California, con 3 pisos, lo que supone 12 filas de 28 jaulas por fila (Figura 1). Para el trabajo sólo se utilizaron las cuatro filas centrales. Las dimensiones de las jaulas son de 50,8 cm de frente, 45 cm de fondo y 45 cm de altura en la parte frontal, lo que supone una superficie de 2.286 cm². La nave es de ambiente controlado (ventilación dinámica) y dispone de sistema de refrigeración evaporativa mediante paneles humectantes.

Para esta prueba experimental se utilizaron un total de 496 animales, 248 ponedoras de estirpe semipesada (Lohman Brown) y 248 de estirpe ligera (Hy-Line) de 67 semanas de edad, tras un primer período de puesta de 49 semanas.

En esta prueba se indujo a las ponedoras a un proceso de muda forzada mediante el suministro de 3 alimentos, adoptándose un diseño experimental factorial 2x3x2, con dos estirpes, tres tratamientos de muda (salvado, cebada y restricción de pienso) y dos densidades de animales en jaula (4 y 6).

Para inducir la muda, la iluminación se redujo de 16 a 8 horas/día y se suministraron los 3 alimentos citados de forma que la máxima pérdida de peso vivo fuera del 30%, en la forma que se resume en el Cuadro 1.

Cuadro1. Cantidades de alimento suministradas

ALIMENTO	CANTIDADES SUMINISTRADAS
Salvado de trigo	- Días 1 a 9: <i>ad-libitum</i> - Días 10 a 20: 50g ave/día
Cebada	- Días 1 a 9: <i>ad-libitum</i> - Días 10 a 20: 50g ave/día
Pienso comercial restringido	Días 1 a 20 Lohmann Brown: 48g ave/día Hy-Line: 44g ave/día

En el cuadro 2 figura la composición de los alimentos utilizados para inducir la muda.

Cuadro 2. Composición y características de los alimentos utilizados para inducir la muda

Composición (%)	Salvado de trigo	Cebada	Pienso comercial
E. Metabolizable (kCal(kg)	1.850	2.800	2.750
Humedad	11,9	9,80	
Ceniza	4,60	2,20	
Proteína Bruta	14,9	11,3	16,3
Extracto etéreo	3,50	2,00	
Fibra Bruta	8,00	4,50	
Almidón	23,0	51,1	
Azúcares	4,70	2,60	
Ca	0,13	0,03	3,50
Pdisponible	0,36	0,13	0,35
Na	0,03	0,02	0,35
C _{18:2}	1,40	0,78	1,10

Además de la estirpe y el alimento, el tercer factor de variación fue la densidad de animales en la jaula. Considerando los tres factores, las ponedoras fueron distribuidas tal y como indica el cuadro 3. El hecho de intercalar jaulas de dos animales de la estirpe Hy-Line entre animales de la estirpe Lohmann Brown, y viceversa, tiene la misión de que dichos animales ejerzan de testigo a la hora de identificar qué huevos provienen de cada jaula, aunque no se analizaron sus resultados.

Las jaulas 27 y 28 de las filas centrales se ocuparon con un grupo de gallinas denominadas Grupo Control. Las gallinas de estos grupos no se sometieron a muda; continuaron con un consumo de pienso igual al que tuvieron durante el primer ciclo de puesta, y se utilizó para comparar resultados de regeneración de ovario-oviducto con los grupos que sí fueron mudados

Las animales alojados en las jaulas cuyos caracteres figuran en negrita en el Cuadro 3 fueron los seleccionados para los 3 controles de peso que se realizaron, además de a los animales de las jaulas 19 y 20 de los pisos inferiores, y los de los grupo control.

Para estudiar cómo los diferentes métodos nutricionales de muda empleados en la prueba experimental afectaron a la regeneración del sistema reproductor de los animales se practicaron tres disecciones de ponedoras, en los días 1, 14 y 20 desde el inicio del tratamiento. Las ponedoras, de las dos estirpes, de los 3 tratamientos y de densidades 4 y 6, fueron sacrificadas aplicándoles monóxido de carbono.

Los parámetros medidos en todas las disecciones realizadas fueron el peso vivo del animal, el peso del ovario, el peso del oviducto y la longitud del oviducto.

Cuadro 3: Distribución de los animales durante la fase de muda

Jaulas																												Total galinas
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Pasillo lateral																												
4 S	4 S	2 S	4 C	4 C	2 C	4 R	4 R	2 R	4 S	4 S	2 S	4 C	4 C	2 C	4 R	4 R	2 R	6 S	6 S	6 C	6 C	6 S	6 S	6 C	6 C	2 GC	2 GC	112
4 S	4 S	2 S	4 C	4 C	2 C	4 R	4 R	2 R	4 S	4 S	2 S	4 C	4 C	2 C	4 R	4 R	2 R	6 S	6 S	6 C	6 C	6 S	6 S	6 C	6 C	2 GC	2 GC	112
Pasillo central																												
4 S	4 S	2 S	4 C	4 C	2 C	4 R	4 R	2 R	4 S	4 S	2 S	4 C	4 C	2 C	4 R	4 R	2 R	6 S	6 S	6 C	6 C	6 S	6 S	6 C	6 C	2 GC	2 GC	112
4 S	4 S	2 S	4 C	4 C	2 C	4 R	4 R	2 R	4 S	4 S	2 S	4 C	4 C	2 C	4 R	4 R	2 R	6 S	6 S	6 C	6 C	6 S	6 S	6 C	6 C	2 GC	2 GC	112
Pasillo lateral																												

S: Salvado; C: Cebada; R: Restricción; GC: grupo control

Las celdas sombreadas albergan ponedoras semipesadas.

Las celdas con caracteres en negrita albergan animales seleccionados para control de peso.

Las celdas con caracteres subrayados albergan animales para sacrificio.

2, 4 y 6 indican el número de ponedoras en cada jaula.

En las jaulas 19 y 20 de las 4 filas inferiores se albergaron 6 animales por jaula y en los que la muda se indujo mediante restricción de pienso.

A partir del día 21 desde el inicio de la inducción a la muda se aplicó un programa de iluminación creciente para estimular la puesta, aumentando 1 hora a la semana hasta alcanzar las 16 horas/día. También se suministró gradualmente un pienso comercial: días 21 a 24, 40 g/ave y día; días 25 a 28, 60 g/ave y día; a partir del día 29, *ad libitum*.

Los datos recogidos fueron estudiados mediante un análisis de varianza que consideraba como efectos fijos la estirpe, los días de muda (14 ó 20), el alimento utilizado para inducir la y el número de aves por jaula (4 ó 6), analizándose también las interacciones. Las medias se compararon mediante el test de Scheffe. Para estudiar las relaciones entre las variables "pérdida de peso corporal", "pérdida de peso del ovario" y pérdida de peso del oviducto" según la estirpe, se llevó a cabo un análisis de correlación y de regresión simple. Todos los análisis se llevaron a cabo mediante la ayuda del software SG-Plus.

RESULTADOS

En el Cuadro 4 se muestra el efecto de la estirpe, de los días de muda, del alimento recibido durante ésta y del número de gallinas por jaula en la pérdida de peso vivo, de peso del ovario de las aves durante el periodo de muda.

Cuadro 4. Efectos de la estirpe (ST), de los días de muda (MD), del alimento recibido durante ésta FM) y del número de gallinas por jaula (NB) y en la intensidad de puesta durante las seis primeras semanas postmuda.

Factor variación		n	PINI (g)	PPeso (%)	PPova (%)	PPovi (%)	PP(ova+ovi) (%)	Long. ovi (cm)	IP (%)
ESTIRPE	Ligeras	36	1724,6 ^a	19,4	44,4	83,8 ^a	79,3 ^a	39,9	42,1 ^b
	SPesadas	36	2064,6 ^b	20,2	45,4	79,6 ^b	75,5 ^b	39,7	50,3 ^a
	Sem		20,1	0,66	1,59	0,46	0,53	0,61	1,30
	P <		0,0001	0,38	0,64	0,0001	0,0001	0,04	0,0001
ALIMENTO	Salvado	24	1902,5	18,2 ^b	49,4 ^a	84,1 ^a	79,6 ^a	38,6 ^b	43,6
	Cebada	24	1875,2	18,1 ^b	47,6 ^a	83,4 ^a	79,4 ^a	38,1 ^b	48,7
	Restricción	24	1906,0	23,1 ^a	37,4 ^b	77,6 ^b	73,1 ^b	42,7 ^a	48,3
	Sem		24,4	0,81	1,94	0,56	0,65	0,75	1,59
	P<		9,63	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,09
GALLINAS/ JAULA	4	36	1853,6 ^b	19,4	44,0	81,1	76,9	39,2	46,2 ^a
	6	36	1935,6 ^a	20,2	45,8	82,3	77,9	40,4	55,2 ^a
	sem		20,1	0,66	1,59	0,46	0,53	0,61	3,6
	P<		0,006	0,40	0,43	0,08	0,21	0,057	0,09

PINI: Peso inicial de las gallinas; PPeso: pérdida de peso vivo; PPova: Pérdida de peso del ovario; PPovi: pérdida de peso del oviducto; PP (ova+ovi): pérdida de peso del ovario + oviducto; Long. ovi: longitud del oviducto; IP: intensidad de puesta

El porcentaje de pérdida de peso fue similar en las gallinas blancas y en las morenas y, como era de esperar, la pérdida de peso (en porcentaje) también fue superior tras 20 días de muda. La muda inducida mediante el suministro restringido de pienso comercial condujo a una pérdida de peso vivo superior que en los animales que consumieron salvado o cebada

El número de gallinas por jaula no tuvo efecto significativo en la pérdida de peso vivo.

No se observó efecto significativo de la estirpe en la pérdida de peso del ovario, aunque las ponedoras ligeras tuvieron un mayor porcentaje de pérdida de peso del oviducto. Como cabía esperar, los días de muda afectaron a ambos órganos, y las gallinas mudadas con restricción de pienso comercial tuvieron una menor pérdida de peso del ovario y del oviducto que aquéllas cuya muda se indujo con salvado o con cebada.. No se observaron efectos significativos del número de animales por jaula en la pérdida de peso del ovario y del oviducto, expresado en porcentaje. En conjunto, la pérdida de peso del aparato reproductor (ovario+oviducto) fue significativamente mayor en las gallinas blancas y en los animales a los

que se indujo la muda con salvado y con cebada. La longitud del oviducto se redujo a lo largo de la muda y fue mayor en las gallinas alimentadas con pienso restringido que con salvado o cebada. Finalmente, la intensidad de puesta durante las seis primeras semanas postmuda sólo se vio afectada por la estirpe, con valores más altos en ponedoras semipesadas. El alimento empleado para inducir la muda no tuvo efecto sobre este parámetro productivo.

La intensidad de puesta durante el período de recuperación de la puesta (6 semanas) fue significativamente más elevada en las ponedoras morenas que en las blancas, no observándose, en cambio, diferencias significativas debidas al tipo de alimentación recibida durante la muda. Como cabía esperar, la intensidad de puesta aumenta a lo largo del período de recuperación, habiendo diferencias significativas en las cuatro primeras semanas. Posteriormente, el aumento de la puesta se ralentiza, lo que explica que haya diferencias significativas entre la cuarta y la sexta semanas, pero no entre la cuarta y la quinta y entre la quinta y la sexta.

Por lo que respecta al alimento empleado durante la muda, no se encontraron diferencias entre la cebada y el salvado en cuanto a pérdida de peso, pérdida de peso del ovario y pérdida de peso del oviducto, pero estos parámetros fueron inferiores en las gallinas mudadas con restricción de pienso comercial. Aunque estos resultados no se tradujeron en diferencias significativas en la intensidad de puesta, sí se observa una ligera tendencia a una menor producción cuando se indujo la muda con salvado.

Las gallinas alojadas a mayor densidad tuvieron mayor producción que las que dispusieron de mayor superficie por ave.

En el Cuadro 5 se resumen los resultados de las interacciones que resultaron con diferencias significativas. Hubo diferencias significativas ($P < 0,05$) entre estirpes según el alimento utilizado para inducir la muda en lo que respecta a la pérdida de peso vivo y a la pérdida de peso del ovario, de forma que las gallinas blancas que fueron mudadas con restricción de pienso perdieron más porcentaje de peso que las mudadas con salvado o con cebada, resultado que, sin embargo, no se observó en ponedoras semipesadas. Ello, no obstante, no repercutió sobre la producción de huevos de las seis primeras semanas, período en el que sólo se observó una menor producción en las gallinas blancas mudadas con salvado.

En las ponedoras blancas la pérdida de peso del ovario se produjo, principalmente, en las 2 primeras semanas del periodo de muda, mientras que en las gallinas morenas sucedió entre los días 14 y 20 de dicho período. Por otra parte, la mayor pérdida de peso del ovario debida a la restricción de pienso como método de muda se produjo en esas 2 primeras semanas

Cuadro 5. Interacciones estirpe (ST) x alimentación durante la muda (FM), días de muda (MD) x FM, y FRM x número de gallinas por jaula (NB)

		n	PPeso (%)	PPova (%)	PPovi (%)	PP(ova+ovi) (%)	IP (%)
ST	FM						
Ligera	Salvado	12	17,2	51,14 ^a	86,3 ^a	81,5 ^a	33,90 ^b
	Cebada	12	16,4	51,30 ^a	86,0 ^a	82,5 ^a	46,50 ^a
	Restricción	12	24,5	30,74 ^b	79,0 ^{ab}	74,1 ^b	45,91 ^a
Semipesada	Salvado	12	19,14	47,63 ^a	81,8 ^{ab}	77,8 ^{ab}	53,35 ^a
	Cebada	12	19,70	43,89 ^a	80,8 ^{ab}	76,4 ^{ab}	50,82 ^a
	Restricción	12	21,78	44,77 ^a	76,1 ^b	72,1 ^b	46,73 ^a
	sem P<		1,15 0,032	2,75 0,0005	1,51 0,72	1,68 0,50	2,26 0,003
MD	FM						
14	Salvado		13,16 ^c	44,24	81,73	76,43	
	Cebada		11,98 ^c	39,52	79,76	75,24	
	Restricción		13,73 ^c	26,50	71,75	67,33	
20	Salvado		23,22 ^b	54,54	86,40	82,85 ^c	
	Cebada		24,15 ^b	55,67	87,13	83,54 ^c	
	Restricción		32,47 ^a	49,01	83,37	78,91 ^d	
	sem P<		1,15 0,011	2,75 0,05	0,80 0,002	0,92 0,024	
FM	NB						
Salvado	4	12		42,89 ^b	82,77 ^a	77,59 ^{ac}	
	6	12		55,88 ^a	85,35 ^a	81,69 ^b	
Cebada	4	12		47,20 ^b	82,23 ^a	78,08 ^a	
	6	12		47,99 ^{ab}	84,65 ^a	80,11 ^{ab}	
Restricción	4	12		41,96 ^b	78,32 ^b	74,45 ^c	
	6	12		33,55 ^c	76,79 ^b	71,78 ^d	
	sem P<			2,75 0,001	0,80 0,0019	0,92 0,0023	

PPeso: pérdida de peso vivo; PPova: Pérdida de peso del ovario; PPovi: pérdida de peso del oviducto; PP (ova+ovi): pérdida de peso del ovario + oviducto; IP: intensidad de puesta

Un mayor número de animales por jaula supuso una mayor pérdida de peso del ovario cuando las ponedoras fueron mudadas con salvado, pero el resultado fue el inverso (mayor pérdida de peso del ovario con menor número de animales por jaula) cuando las ponedoras fueron mudadas con suministro restringido de pienso.

La muda inducida mediante el método de salvado es la que provoca una menor intensidad de puesta en gallinas ligeras, no habiendo diferencias significativas entre el uso de cebada y el suministro de pienso restringido. En gallinas semipesadas, sin embargo, no se encuentran

diferencias estadísticamente significativas en la influencia del método de inducción de muda sobre la intensidad de puesta en el período de recuperación.

Con el fin de cuantificar las relaciones entre pérdida de peso vivo de las aves y pérdida de peso del ovario y oviducto, así como entre la pérdida de peso del ovario y la pérdida de peso del oviducto, se calcularon ecuaciones de regresión lineal según la estirpe (Cuadro 3)

Cuadro 3. Relaciones entre la pérdida de peso del ovario (Ovario WL) y del oviducto (Oviducto WL) y la pérdida de peso vivo del ave (LWL), en g o en %, y entre la pérdida de peso del ovario y oviducto según la estirpe (ST).

ST	Ecuación de regresión	R ²	RSD	P <
Blanca	Ovario WL (g) = 3.95 ^a + 0.00076 ^a LWL (g)	0.0072	1.56	0.62
Morena	Ovario WL (g) = 1.77 ^b + 0.0069 ^b LWL (g)	0.48	1.23	0.0001
Blanca	Oviducto WL (g) = 60.21 ^a + 0.013 ^a LWL (g)	0.035	11.83	0.27
Morena	Oviducto WL (g) = 74.76 ^b - 0.023 ^b LWL (g)	0.43	4.65	0.0001
Blanca	Oviducto WL (g) = 53.27 ^a + 3.14 ^a Ovario WL(g)	0.49	5.00	0.0001
Morena	Oviducto WL (g) = 70.58 ^b - 1.19 ^b Ovario WL(g)	0.14	5.54	0.035
Blanca	Ovario WL (%) = 44.92 ^a - 0.027 ^a LWL (%)	0.0003	15.33	0.92
Morena	Ovario WL (%) = 11.73 ^b + 1.67 ^b LWL (%)	0.64	10.16	0.0001
Blanca	Oviducto WL (%) = 78.07 + 0.29 ^a LWL (%)	0.17	5.96	0.012
Morena	Oviducto WL (%) = 72.16 + 0.37 ^b LWL (%)	0.33	4.23	0.0001
Blanca	Oviducto WL (%) = 70.85 + 0.29 ^a Ovario WL (%)	0.44	5.01	0.0001
Morena	Oviducto WL (%) = 69.98 + 0.21 ^b Ovario WL (%)	0.48	3.74	0.0001

R²=coeficiente de determinación, RSD=desviación estándar residual, P = probabilidad

Para cada variable, las ordenadas en el origen y las pendientes con las letras distintas son significativamente diferentes P <0.05.

Para las ponedoras blancas se detectó una relación lineal no significativa (P>0.05) entre la pérdida absoluta de peso del ovario y oviducto y la pérdida absoluta de peso vivo. Asimismo, también se encontró una relación lineal no significativa (P>0.05) entre el porcentaje de pérdida de peso del ovario y el porcentaje de pérdida de peso vivo de las aves. En las ponedoras morenas, sin embargo, sí se observó una relación positiva entre la pérdida de peso vivo y la pérdida de peso del ovario y una relación negativa significativa entre la pérdida de peso vivo y la pérdida de peso del oviducto. La relación entre pérdida de peso del ovario y pérdida de peso del oviducto fue positiva en las ponedoras blancas, pero negativa en las morenas.

De acuerdo con los resultados de la Tabla 12, por cada punto de aumento del porcentaje de pérdida de peso vivo, el porcentaje de pérdida de peso del oviducto fue menor en las ponedoras blancas que en las morenas. Sin embargo, cuando se calculó la relación entre porcentaje de pérdida de peso del ovario y porcentaje de pérdida de peso del oviducto, se obtuvieron resultados contrarios.

DISCUSIÓN

Ocak y col. (2004) no encontraron diferencias en los rendimientos pos muda en gallinas con pesos iniciales diferentes, al contrario de lo que sucede en nuestra prueba, donde las gallinas más pesadas tuvieron mayor producción en las primeras seis semanas del segundo ciclo, si bien en el trabajo citado se utilizaron gallinas de la misma estirpe y línea genética (pero de



diferentes pesos) y la producción se calculó sobre la totalidad del segundo ciclo (17 semanas). Frente a nuestros resultados, Aksit y col. (2003) mostraron lo contrario, es decir, la producción en el segundo ciclo de puesta de las gallinas de menor peso fue más alta que la de las gallinas más pesadas, lo que puede atribuirse a que la pérdida de peso de las gallinas ligeras durante la muda fue más alta en comparación con las aves de mayor peso. No obstante, estos autores usaron el método de privación de alimento para inducir la muda.

Los resultados contradictorios en la relación entre la pérdida de peso vivo durante la muda y la producción posmuda probablemente se deben al cese incompleto de la puesta durante el período de inducción de la muda en las gallinas que experimentaron menor pérdida de peso, a los programas de muda que utilizan piensos de prepuesta después de alcanzar la pérdida de peso vivo prevista y al período de tiempo pos muda en el que se está comparando el nivel de producción. La duración de la parada de puesta incluye el periodo en el que la gallina recibe el tratamiento de muda y el período de prepuesta, y aquella puede ser tan decisiva como la pérdida de peso corporal. Cuando se compara la producción de las primeras semanas tras la muda se favorece a las gallinas con menor pérdida de peso que, frecuentemente, no han interrumpido completamente la puesta. Por el contrario, cuando se comparan las producciones de todo el segundo ciclo, se ven favorecida las gallinas de mayor pérdida de peso, y que reiniciaron la producción más tarde (Buhr y Cunningham, 1994).

El porcentaje de pérdida de peso obtenido con los 3 alimentos empleados para inducir la muda se sitúa por debajo de los niveles recomendados en las referencias más antiguas (Baker y col., 1983) y de alguna más reciente (Gordon y col., 2009). Es más bajo en las gallinas que consumieron salvado o cebada que en las que fueron alimentadas con pienso restringido. A pesar de ello, esta menor pérdida de peso no se ve reflejada en la producción de huevos obtenida en nuestra prueba durante las seis primeras semanas postmuda, no habiéndose encontrado diferencias significativas entre tratamientos. Como tampoco las encontraron Petek y col. (2008) induciendo la muda con cebada o con harina de alfalfa y pérdidas de peso del 19,4 y 17,54%, respectivamente. Hnin y col. (2008), utilizando dietas con distintos niveles de energía (1,6, 1,9 y 2,3 kcal EM/kg), no obtuvieron diferencias significativas en lo que respecta a la pérdida de peso vivo, ni en la pérdida de peso del ovario (resultados que coinciden con los nuestros), lo que se tradujo en que tampoco hubo diferencias en la producción entre la 3ª y la 6ª semana pos muda.

De forma similar a los trabajos de Donalson y col. (2005), no hemos encontrado diferencias entre métodos de muda respecto a la evolución de la recuperación de la puesta en las primeras semanas postmuda.

Los resultados revisados por Koelkebeck y Anderson (2007) ponen de manifiesto que los resultados productivos globales fueron similares en gallinas mudadas con dietas de baja energía y proteína (empleando diversas materias primas) que en las mudadas mediante ayuno total. Khododadi y col. (2008) tampoco encontraron diferencias en el pico de puesta alcanzado con gallinas mudadas mediante diversos tratamientos.



Anderson y col. (2004) obtuvo una mayor producción en las gallinas alojadas a menor densidad, de forma opuesta a lo hallado por nosotros en esta prueba y en otra posterior, con gallinas diferentes. Nuestros resultados pueden interpretarse teniendo en cuenta que las necesidades de mantenimiento de las gallinas con menor disponibilidad de espacio se deben a una menor posibilidad de movimiento y, por tanto, conducen a una mayor disponibilidad de nutrientes para la producción.

CONCLUSIONES

La estirpe no influyó en el porcentaje de peso perdido durante la muda, pero sí en la pérdida de peso del aparato reproductor (ovario+oviducto), así como en el nivel de puesta durante las seis primeras semanas, siendo mayor en gallinas semipesadas.

La producción tras la muda fue similar para los 3 alimentos utilizados, lo que abre la posibilidad a utilizar distintas materias primas con resultados igualmente satisfactorios.

El número de gallinas por jaula no influyó en las distintas pérdidas de peso estudiadas, pero sí se obtuvo mayor producción en las gallinas que dispusieron de menor superficie, aunque es preciso realizar más estudios por los resultados contradictorios de algunos de las pruebas realizadas.

REFERENCIAS

1. Aksit, M.A., y M.M. Mashaly. 1999. Effect of induced molting in laying hens on production and immune parameters. *Poult. Sci.* 78:171-177.
2. Anderson, K.E., G.S. Davis, P.K. Jenkins, y A.S. Carroll. 2004. Effects of bird age, and molt on behavioral profiles of two commercial layer strains in cages. *Poult. Sci.* 83:15-23.
3. Arrington, L.R., E.A. Santa Cruz, R.H. Harms, y H.R. Wilson. 1967. Effects of excess dietary iodine upon pullets and laying hens. *J. Nutr.* 92:325-330.
4. Baker, M., J. Brake, y G.R. McDaniel. 1983. The relationship between body weight loss during and induced molt and postmolt, postmolt egg production, egg weight, and shell quality in caged layers. *Poult. Sci.* 62:409-413.
5. Bell, D.D., y D.R. Kuney. 2004. Farm evaluation of alternative molting procedures. *J. Appl. Poult. Res.* 13:673-679.
6. Biggs, P.E., M.W. Douglas, K.W. Koelkebeck, y C.M. Parsons. 2003. Evaluation of nonfeed removal methods for molting programs. *Poult. Sci.* 82:749-753.
7. Brake, J. 1993. Recent advances in induced moulting. *Poult. Sci.* 72:929-931.
8. Brake, J., y P. Thaxton. 1979. Physiological changes in caged layers during a forced moulting. 2.
9. Buhr, R.J., y D.L. Cunningham. 1994. Evaluation of molt induction to body weight loss of fifteen, twenty, or twenty-five percent by feed removal, daily limited, or alternate day feeding of a molt feed. *Poult. Sci.* 73:1499-1510.
10. Buxadé, C., y J. R. Flox. 2000. La muda forzada en las gallinas ponedoras comerciales. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, pp. 369-416.
11. Creger, C.R., y J.T. Scott. 1977. Dietary zinc as an effective resting agent for the laying hen. *Poult. Sci.* 56:1706. (Abstr.)
12. Davis, A.J., M.M. Lordelo, y N. Dale. 2002. The use of cottonseed meal with or without added soap stock in laying hens diets. *J. Appl. Poult. Res.* 11:127-133.
13. Donalson, L.M., W.K. Kim, C.L. Woodward, P. Herrera, L.F. Kubena, D.J. Nisbet, y S.C. Ricke. 2005. Utilizing different ratios of alfalfa and layer ration for molt induction and performance in commercial laying hens. *Poult. Sci.* 84:362-369.
14. Donalson, L. M., W. K. Kim, C. L. Woodward, P. Herrera, L.F. Kubena, D. J. Nisbert, y S. C. Ricke. 2005. Utilizing different ratios of alfalfa and layer ration for molt induction and performance in commercial laying hens. *Poult. Sci.* 84:362-369.



15. Gordon, R., M.M. Bryant, y D.A. Roland Sr. 2009. Performance and profitability of second-cycle laying hens as influenced by body weight and body weight reduction during molt. *J. Appl. Poult. Res.* 18:223-231.
16. Hnin Yi Soe, N. Uozomi, M. Yayota, y S. Ohtani. 2008. Investigation of ME level of molt diet for full fed induced molting in laying hens. *J. Poult. Sci.* 45:101-109.
17. Hnin Yi Soe, Y. Makino, N. Uozomi, M. Yayota, y S. Ohtani. 2007. Evaluation of non-feed removal induced molting in laying hens. *J. Poult. Sci.* 44:153-160.
18. Holt, P.S. 2003. Moulting and *Salmonella enteritidis* infection: the problem and some solutions. *Poult. Sci.* 82:1008-1010.
19. Keshavarz, K, y F.W. Quimby. 2002. An investigation of different moulting technics with an emphasis on animal welfare. *J. of App. Poult. Res.* 11:54-67.
20. Khodadadi, I.H., H. Moravej, M. Shivazad, y H. Mehrabani-Yeganeh. 2008. Comparison of four induced molting methods base on subsequent performance and welfare of single comb White Leghorn hens. *Pakistan J. of Biol. Sci.* 11(1):98-102.
21. Koelkebeck, K. W., y K. E. Anderson. 2007. Molting layers – Alternative methods and their effectiveness. *Poult. Sci.* 86:1260-1264.
22. Lee, K. 1982. Effects of forced moltperiod on postmolt performance of Leghorn hens. *Poult. Sci.* 61:1594-1598.
23. Lipstein, B., y S. Hurwitz. 1982. The nutritional value of sewage-grown, alum-flocculated micractinium algae in broiler and layer diet. *Poult. Sci.* 60:2628-2638.
24. McKeen, W.D. 1984. feeding grape pomace to Leghorn hens as an alternative to starvation to induce a molt. *Poult. Sci.* 63(Suppl. 1):148-149.
25. Mejia, L., E.T. Meyer, D.L. Studer, P.L. Utterback, C.W. Utterback, C.M. Parsons, y K.W. Koelkebeck. 2011. Evaluation of limit-feeding varying levels of distillers dried grains with solubles in non-feed-withdrawal molt programs for laying hens. *Poult. Sci.* 85:761-769.
26. North, M.O., y D.D. Bell, 1990. Commercial chicken production manual. Chapman & Hall, London, pp. 472-473.
27. Ocak, N., M. Sarica, G. Erener, y A.V. Garipoglu. 2004. The effect of body weight priot to molting in brown laying hens on egg yield and quality during second production cycle. *Int. J. of Poult. Sci.* 3(12):768-772.
28. Patwardhan, D.S., A.J. King, y A. Mireles. 2011. Tomato pomace and safflower meal as ingredients in non-feed-removal molt diets. *J. Appl. Poult. Res.* 20:291-302.
29. Petek, M., y F. Alpay. 2008. Utilization og grain barley and alfalfa meal as alternative moult induction programmes for laying hens: body weight losses and egg production traits. *Bulgarian J. of Vet. Med.* 11(4):243-249.
30. Ricke, S.C. 2003. The gastrointestinal ecology of *Salmonell enteritidis* colonization in molting hens. *Poult. Sci.* 82:1003-1007.
31. Sherry, D.F., N. Mrosovsky, y J.A. Hogan. 1980. Weight loss and anorexia during incubation in birds. *J. of Comparative Physiology and Psychology* 94:89-98.
32. Vermaut, S., K. De Coninck, y O. Onagbesan. 1998. A jojoba-rich diet as a new forced molting method in poultry. *J. Appl. Poult. Res.* 7:239-246.
33. Yousaf, M. y A. S. Chaudry. 2008. History, changing scenarios and future strategies to induce moulting in laying hens. *World's Poult. Sci.* 64:65-75.